

● 本讲内容聚焦 ● 典型例题精选 ● 课后作业精选

有机化学

辅导讲案

主讲教材《有机化学》(高教·第三版)

许国根 刘春叶 张剑 编

精品课程·名师讲堂丛书

有机化学 辅导讲案

——主讲教材《有机化学》(高教·第三版)

许国根 刘春叶 张剑 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是以高等教育出版社出版的,由胡宏纹主编的《有机化学》(第三版)为主讲教材而编写的课程学习、习题解析指导书。主要包括教材重点难点点击、典型例题精选和课后练习。

本书可作为高等院校有机化学课程的教学参考书,也可作为备考相关专业研究生的复习资料,同时可供大专、成教、函授、电大、职大等相关专业学生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学辅导讲案/许国根,刘春叶,张剑编. —西安:西北工业大学出版社,2009.4

(精品课程·名师讲堂丛书)

ISBN 978-7-5612-2543-1

I. 有… II. ①许…②刘…③张… III. 有机化学—高等学校—教学参考资料 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 051625 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西丰源印务有限公司

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:13.875

字 数:456 千字

版 次:2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

定 价:23.00 元

前 言

有机化学学科范围广泛，发展迅猛，涉及多方面的学科知识。怎样在课程的教学较好地体现有机化学的内容和科学体系，是提高教学质量、培养 21 世纪有机化学人才的核心和关键问题，同时也是一个重点和难点。为了帮助读者（主要是青年教师和学生）掌握有机化学的学习内容，提高教学效果和学习成绩，编者在总结多年教学经验的基础上编写了本书。

本书主要根据胡宏纹主编的，由高等教育出版社出版的《有机化学》（第三版）的教学内容和基本要求以及相关篇章结构安排内容，具有以下特点：

（1）本书以讲稿的形式安排教学内容，每一讲涵盖教材一定的章节，由内容聚焦、典型例题及课后作业精选三个部分组成。讲解内容努力贯彻加强基础、培养能力的原则，强化基础知识和基本技能的训练。

（2）本书内容的编排遵循“少而精”的原则，力争通过典型例题，加强读者对教材乃至有机化学知识的理解和掌握。克服有机化学“易学难懂”的困难，达到教学双赢的目的。

（3）精心挑选教材中的习题、课后作业和课程考试真题并作了详细解答，希望能借此帮助读者开阔思路，

掌握解题技巧。

由于编者水平有限，在内容选排上难免会有过简过繁及不当之处，诚盼广大读者不吝指教，以利我们改进提高。

编 者

2008年8月于西安

目 录

第 1 讲 绪论	1
1.1 本讲内容聚焦	1
一、内容要点精讲	1
二、知识结构图解	3
三、重点、难点点击	4
1.2 典型例题精选	5
1.3 课后作业精选	7
第 2 讲 烷烃和环烷烃	8
2.1 本讲内容聚焦	8
一、内容要点精讲	8
二、知识结构图解	15
三、重点、难点点击	15
2.2 典型例题精选	16
2.3 课后作业精选	19
第 3 讲 烯烃和炔烃	21
3.1 本讲内容聚焦	21
一、内容要点精讲	21
二、知识结构图解	30
三、重点、难点点击	32
3.2 典型例题精选	32
3.3 课后作业精选	38
第 4 讲 对映异构	40
4.1 本讲内容聚焦	40

一、内容要点精讲	40
二、知识结构图解	43
三、重点、难点点击	44
4.2 典型例题精选	44
4.3 课后作业精选	49
第5讲 卤代烃	51
5.1 本讲内容聚焦	51
一、内容要点精讲	51
二、知识结构图解	58
三、重点、难点点击	60
5.2 典型例题精选	60
5.3 课后作业精选	65
第6讲 芳烃	67
6.1 本讲内容聚焦	67
一、内容要点精讲	67
二、知识结构图解	72
三、重点、难点点击	73
6.2 典型例题精选	73
6.3 课后作业精选	80
第7讲 有机波谱分析	82
7.1 本讲内容聚焦	82
一、内容要点精讲	82
二、知识结构图解	85
三、重点、难点点击	85
7.2 典型例题精选	86
7.3 课后作业精选	90
第8讲 醇酚醚	91
8.1 本讲内容聚焦	91

一、内容要点精讲	91
二、知识结构图解	99
三、重点、难点点击	100
8.2 典型例题精选	101
8.3 课后作业精选	109
第 9 讲 醛和酮	112
9.1 本讲内容聚焦	112
一、内容要点精讲	112
二、知识结构图解	121
三、重点、难点点击	122
9.2 典型例题精选	122
9.3 课后作业精选	129
第 10 讲 羧酸及羧酸衍生物	132
10.1 本讲内容聚焦	132
一、内容要点精讲	132
二、知识结构图解	141
三、重点、难点点击	144
10.2 典型例题精选	144
10.3 课后作业精选	153
第 11 讲 胺及含氮化合物	157
11.1 本讲内容聚焦	157
一、内容要点精讲	157
二、知识结构图解	164
三、重点、难点点击	164
11.2 典型例题精选	164
11.3 课后作业精选	175
第 12 讲 杂环化合物	178
12.1 本讲内容聚焦	178

一、内容要点精讲	178
二、知识结构图解	186
三、重点、难点点击	186
12.2 典型例题精选	187
12.3 课后作业精选	196
第 13 讲 碳水化合物	197
13.1 本讲内容聚焦	197
一、内容要点精讲	197
二、知识结构图解	204
三、重点、难点点击	205
13.2 典型例题精选	205
13.3 课后作业精选	211
第 14 讲 脂类、萜类化合物	213
14.1 本讲内容聚焦	213
一、内容要点精讲	213
二、知识结构图解	218
三、重点、难点点击	220
14.2 典型例题精选	220
14.3 课后作业精选	224
第 15 讲 氨基酸、多肽、蛋白质和核酸	225
15.1 本讲内容聚焦	225
一、内容要点精讲	225
二、知识结构图解	237
三、重点、难点点击	238
15.2 典型例题精选	238
15.3 课后作业精选	241
第 16 讲 有机化学反应 (I)	243
16.1 本讲内容聚焦	243

一、内容要点精讲	243
二、知识结构图解	257
三、重点、难点点击	258
16.2 典型例题精选	258
第 17 讲 有机化学反应(Ⅱ)	264
17.1 本讲内容聚焦	264
一、内容要点精讲	264
二、知识结构图解	277
三、重点、难点点击	278
17.2 典型例题精选	278
附 录	282
附录一 习题精选详解	282
附录二 课后作业参考答案	386
附录三 课程考试真题(一)	417
附录四 课程考试真题(二)	420
附录五 课程考试真题(一)参考答案	424
附录六 课程考试真题(二)参考答案	428
参考文献	432

第 1 讲

绪 论

本讲涵盖了主讲教材第 1 章的内容

1.1 本讲内容聚焦



一、内容要点精讲

(一) 基本概念和术语

1. 有机化合物和有机化学

有机化合物是指碳氢化合物及其衍生物。有机化学是研究有机化合物的来源、组成、结构、性质、合成及应用的科学。

2. 分子式、构造式和结构式

分子式是表示物质分子组成的式子；构造式是表示分子中各原子的结合次序和结合方式的式子；结构式是表示分子结构的化学式，它不但可以表示分子中各原子相互结合的顺序和成键状态，还可以体现分子的几何形状。构造式有路易斯式、蛛网式、缩简式、键线式 4 种。

3. 有机酸碱概念

勃朗斯特酸碱定义：凡能给出质子(H^+)的物质都是酸，能接受质子的物质都是碱。

路易斯酸碱定义：能接受一对电子形成共价键的物质为酸，提供一对电子形成共价键的物质为碱。路易斯酸碱概念范围较广，缺电子的分子、质子和正离子都属于 Lewis 酸；具有孤对电子的化合物、负离子或 π 电子对等都属于 Lewis 碱。大多数催化剂属于酸或碱，有些有机反应本身就是酸碱反应。

4. 原子轨道和分子轨道

原子轨道是描述原子中核外电子的运动状态的，用波函数 ψ 表示，既有大

小又有正负。电子云密度则是指电子在核外某一区域出现的概率密度,用 $|\psi|^2$ 描述。分子轨道则是描述分子中电子运动的状态。原子轨道可线性组合成分子轨道。

5. 杂化轨道

同一原子中参与成键的几个能量相近的原子轨道可以重新组合,重新分配能量和空间方向,组成数目相等的、成键能力更强的新的原子轨道,称为杂化轨道。碳原子的杂化形式有 sp^3 , sp^2 , sp 杂化轨道,其电负性大小排列为 $sp > sp^2 > sp^3$,轨道长度排列为 $sp < sp^2 < sp^3$ 。

6. 共价键及其属性

原子间通过共享电子对相互结合而形成的化学键叫共价键。两个原子各提供一个电子沿各自所在成键轨道的轴向区域相互配对(轨道重叠),并为两个原子同时共有的为 σ 键, p 轨道肩并肩重叠形成 π 键。共价键的基本属性有键长、键角、键能、键的极性,其中,键能和键长反映强度,键角反映分子(或离子、自由基)结构的空问形象,键的极性可反映分子发生相应化学反应的活性。

7. 共价键的均裂和异裂

均裂是指在有机反应中键均等地分裂成两个碎片的过程,发生键均裂的反应为均裂反应,属自由基型反应;异裂是指在有机反应中键非均等地分裂成两个带相反电荷碎片的过程,发生异裂过程的反应为异裂反应,属离子型反应。

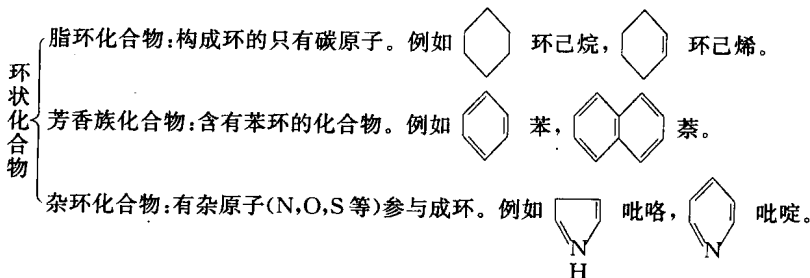
(二)有机化合物的分类

1. 按碳架分类

(1)开链化合物:即分子中原子相互连接成链状。

例: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$ 正辛烷。

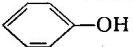
(2)环状化合物:分子中原子相互连接形成环状结构。



2. 按官能团分类

官能团是指体现一类化合物性质的原子或基团,代表化合物的主要结构特征。含相同官能团的化合物具有相同或相似的理化性质,属同一类化合物,常见官能团见表 1.1。

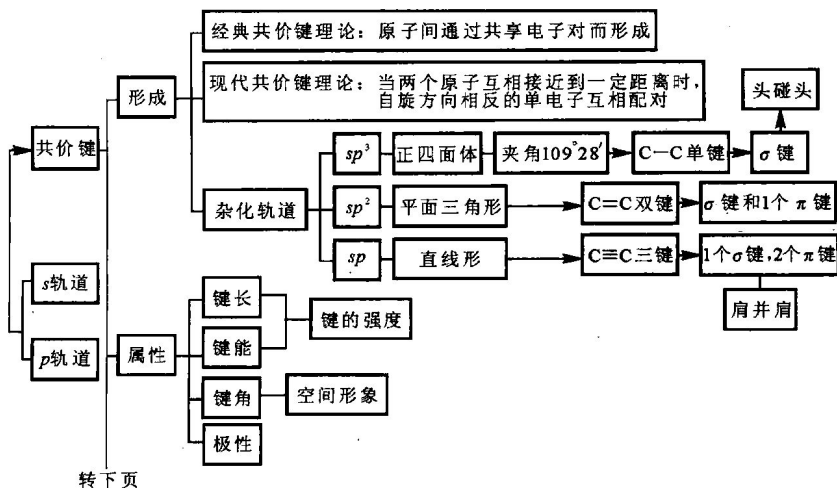
表 1.1 一些重要的官能团

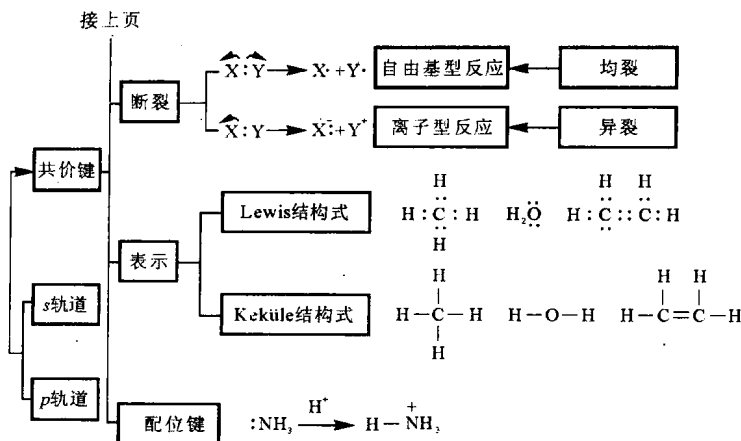
化合物的类别	官能团	化合物的类别	官能团
烷烃	无	醇, 酚	$-\text{OH}$, 
烯烃		醛和酮	
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	羧酸及衍生物	 , 
卤代烃	$-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$	胺	$-\text{NH}_2, -\text{NH}-, -\text{N}-$
芳烃		磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$



二、知识结构图解

本讲知识结构图解如下:





三、重点、难点点击

1. 重点

(1) 经典共价键理论揭示了共价键与离子键的区别；现代共价键理论不但解释了共价键的形式，还解释了共价键为什么具有饱和性和方向性，其中杂化轨道理论解释了甲烷分子中碳原子为什么会具有 4 个完全等同的键。

(2) 原子轨道和分子轨道是分别描述原子和分子中电子运动状态的波函数，并非是真正的“轨道”。

(3) 两种共价键。 σ 和 p 原子轨道“头碰头”重叠形成 σ 键， p 轨道“肩并肩”重叠形成 π 键，其中，碳原子一般以杂化轨道参与成键，杂化轨道有 sp , sp^2 , sp^3 等形式。

(4) Lewis 酸碱概念。能接受电子对的为酸，例如 BF_3 , AlCl_3 , ZnCl_2 , Br^+ , NO_2^+ , Li^+ , Ag^+ 等；能提供电子对的为碱，例如 NH_3 , RNH_2 , ROH , RSH , RO^- , RS^- 等。

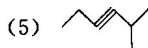
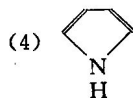
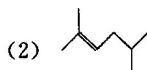
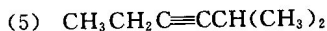
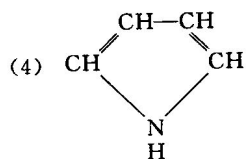
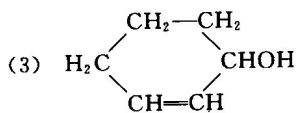
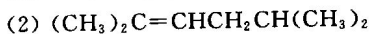
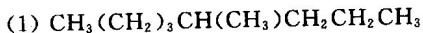
2. 难点

(1) 原子轨道、分子轨道、杂化轨道等概念。

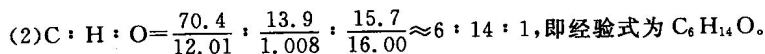
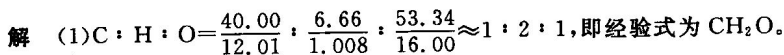
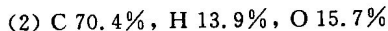
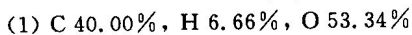
(2) 有机化合物的空间构型。

1.2 典型例题精选

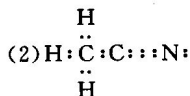
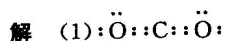
例 1.1 将下列化合物改写成键线式。

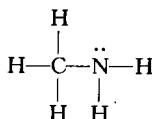
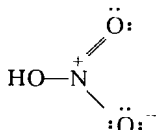
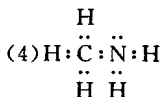
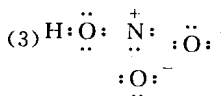
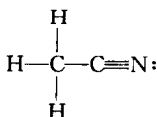
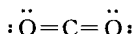


例 1.2 算出下列化合物的经验式。

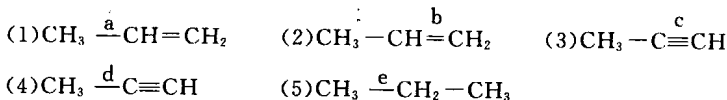


例 1.3 写出下列化合物的 Lewis 结构式。





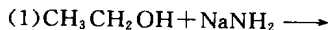
例 1.4 将下列化合物中标有字母的碳碳键,按照键长递增排序。



【分析】 本题的考点为不同杂化轨道的长度及电负性的差异。因为轨道长度由小到大为 $sp < sp^2 < sp^3$, 电负性由小到大为 $sp^3 < sp^2 < sp$, 所以按照键长排序应该为 $c < b < e$ 。又由于双键、三键碳原子电负性大于 $-\text{CH}_3$ 碳原子, 所以 a, d 键被拉长, 长于 e 键, 拉长程度和电负性成正比, 即与三键相连的 $\text{C}-\text{C}$ 单键拉伸程度大于与双键相连的 $\text{C}-\text{C}$ 键, 也就是说 $d > a$, 故得出结论 $c < b < e < a < d$ 。

解 由碳碳键所连碳原子杂化形式不同, 得出键长由小到大的排序应为 $c < b < e < a < d$ 。

例 1.5 指出下列反应是否能够发生。



已知 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, NH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$, H_2O 的 pK_a 分别为 15.9, 9.24, 10.60, 15.7。

【分析】 本题考点为在酸碱反应中总是较强的酸和较强的碱生成较弱的碱和较弱的酸, pK_a 越小, 酸性越强。

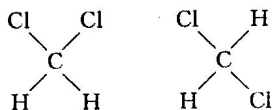
解 (1) 不能发生。

(2) 能够发生。

例 1.6 如果碳原子的 4 个价键排在一个平面上,即碳原子位于正方形的中心,4 个价键指向正方形的 4 个顶点, CH_2Cl_2 可能有几种异构体?

【分析】 考点为有机化合物的空间构型。

解 有两种异构体,其结构为



1.3 课后作业精选

(1) 丙二烯 $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$ 分子中有两个相邻的双键,指出这两种碳原子的杂化状态。

(2) 下列各组配合物中何者是 Lewis 酸? 何者是 Lewis 碱?

(a) $(\text{CH}_3)_2\text{S}-\text{BH}_3$ (b) $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{AlCl}_3$ (c) BF_3-HCHO

(2) 给出符合要求的各个分子式所代表的结构式。

(a) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ 的醛或酮 (b) C_5H_9 的腓 (c) C_5H_8 的二烯